تأثير بيروكسيد الكاربامايد على القساوة المجهريّة للكمبوزت النّانومتريّ والنّانومتريّ الهجين

فادي الجوده* مجد شنيكر**

الملخّص

خلفيّة البحث وهدفه: هدفت هذه الدّراسة إلى مقارنة تأثير التّبييض باستخدام بيروكسيد الكاربامايد 20% في القساوة المجهريّة لسطح الكمبوزت النّانومتريّ والنّانومتريّ الهجين.

مواد البحث وطرائقه: حضّر 60 قرصًا أسطوانيًّا من 3 أنواع من الكمبوزت النّانومتريّ والنّانومتريّ الهجين (Grandio/ Voco , Filtek z350 /3M ESPE, vitra/ FGM)، 20 قرص لكلّ مادّة (n=20)، ثمّ قسِّم كلّ منها إلى مجموعتين فرعيّتين (n=10) (بيروكسيد الكاربامايد 20%، أقراص شاهدة دون تبييض). عرّضت عيّنات المجموعة الأولى لبيروكسيد الكاربامايد 20% لمدّة 4 ساعاتٍ يوميًّا، في حين غُمرت عيّنات المجموعة الثّانية في ماءٍ مقطّرٍ. وبعد 14 يوم، تمّ فحص القساوة المجهريّة باستخدام جهاز GALILEO MICROSCAN OD. وحللت النّتائج إحصائيًّا باستخدام اختبار تحليل التّباين أحادي الجانب ANOVA واختبار Bonferroni واختبار T ستيودنت للعيّنات المستقلّة عند مستوى الدلالة (p<0.05).

النّتائج: لم تُلحَظ أيّة فروقٍ ذات دلالةٍ إحصائيّةٍ في قيم القساوة المجهريّة بين مجموعة بيروكسيد الكاربامايد 20% ومجموعة الأقراص الشّاهدة (دون تبييض)، وذلك في كلٍّ من مجموعة FGM و 3M (p>0.05). في حين، لُوحِظَت زيادةٌ وبفارقٍ مهمٍّ إحصائيًّا في قيم القساوة المجهريّة في مجموعة بيروكسيد الكاربامايد 20% مقارنةً مع المجموعة الشّاهدة في مجموعة VOCO. وبالمقارنة بين الأنواع المختلفة من الكمبوزت النّانومتريّ، سُجِّلَت فروقٌ مهمّةٌ إحصائيًّا في قيم القساوة المجهريّة في كلٍّ من المجموعة الشّاهدة ومجموعة بيروكسيد الكاربامايد 20% (p<0.05).

الاستنتاج: كان تأثير بيروكسيد الكاربامايد 20% على الكمبوزت معتمدًا على نوع الكمبوزت؛ إذ لم تتأثر قيم القساوة المجهريّة في مجموعة FGM و3M، في حين أظهرت مجموعة VOCO زيادةً في قيم القساوة المجهريّة بعد التّبييض.

كلمات مفتاحيّة: بيروكسيد الكاربامايد، الكمبوزت النّانومتريّ، القساوة المجهريّة.

* مدرس– قسم مداواة الأسنان – كلية طب الأسنان – جامعة القلمون الخاصة.

** ماجستير – طب الأسنان التجميلي– كلية طب الأسنان – جامعة القلمون الخاصة.

Effect of Carbamide Peroxide on Microhardness of Nanocmposites and Nanohybrid Composites

Fadi Joudi* **Majd Shneker****

Abstract

Background and Aim: The purpose of this study was to evaluate the effect of carbamide peroxide 20% on microhardness of nanocmposites and nanohybrid composites.

Materials and Methods: 60 cylindrical discs of 3 nanocomposite and nanohybrid composite resins were fabricated. (Grandio/ Voco , Filtek z350 /3M ESPE, vitra/ FGM), 20 specimens of each (n=20), Each group was divided into 2 subgroups (n=10) (carbamide peroxide 20% , control group). The specimens of the first group were immersed in carbamide peroxide 20% for 4 hours daily. While the second group were stored in distilled water. After 14 days, microhardness was calculated using GALILEO MICROSCAN OD. Results were statistically analyzed by one-way ANOVA, Bonferroni, and T-tests at significance level of ($p<0.05$).

Results: No significant differences in microhardness were observed between carbamide peroxide 20% and control group in FGM and 3M ($p>0.05$). However, a significant increase in microhardness was detected in carbamide peroxide 20% compared to control group in VOCO. When composite resins were compared, statistically significant differences in microhardness were observed in both carbamide peroxide 20% and control group ($p<0.05$).

Conclusion: The effect of carbamide peroxide 20% on composite resins was material dependent. Microhardness of FGM and 3M was not affected, while VOCO showed an increase in microhardness after bleaching.

Keywords: carbamide peroxide, nanocomposite, microhardness.

* Associate Professor at University Of Kalamoon- Ph.D in operative dentistry

** Master degree in cosmetic dentistry Of Kalamoon- Ph.D in operative dentistry

المقدّمة:

أصبح طبّ الأسنان التّجميليّ جزءًا هامًّا من المداواة التّرميميّة في طبّ الأسنان، لذلك ازداد الاهتمام بالإجراءات التّجميليّة من أجل تحسين ابتسامة المريض.[1] ويعدّ تبييض الأسنان خيارًا آمنًا محافظًا وأقلّ كلفةً ماديّةً، فضلًا عن كونه خيارًا فعّالًا لمعالجة الأسنان المتلوّنة.[2,3]

وعمليّة التّبييض عمليّةٌ كيميائيّةٌ تتضمّن أكسدة المواد العضويّة، وتعتمد على تحطيم (تفكيك) الجزيئات المتلوّنة إلى جزيئاتٍ أقلّ تعقيدًا ذات لونٍ أفتح.[5]

تحتوي مركّبات التّبييض على بيروكسيد الكاربامايد بتراكيز تتراوح من 10% إلى 22% التّي تكافئ بدورها تراكيز بيروكسيد الهيدروجين 3% و7.3% على التّوالي،[6] وعند تماسه مع اللّعاب يتفكّك بيروكسيد الكاربامايد إلى معقّدٍ من البولة وبيروكسيد الهيدروجين.[7]

تتنوّع تأثيرات التّبييض في مواد الكمبوزت اعتمادًا على نوع مادّة التّبييض وتركيب الكمبوزت،[8] لذلك طُوّر كمبوزت نانومتريّ لتحسين الخواص الميكانيكيّة فضلًا عن النّواحي التّجميليّة[9,10]؛ إذ يتراوح حجم الجزيئات المالئة فيها بين 2 إلى 75 نانومتر، وتُصنع عادةً من SiO_2 و ZrO_2 وهي جزيئاتٌ أقلّ حجمًا من الميكرون لزيادة ملء القالب الرّاتنجيّ، الأمر الذي يحسّن خصائص الكمبوزت.[11]

تعدّ القساوة المجهريّة واحدةً من أهمّ الخصائص الميكانيكيّة التّي تتمتّع بها المواد السّنّيّة التّرميميّة، وتعرف بأنّها مقاومة المادة لاختراق السطح.[12] لذلك، فإنّ أيّ تغيّرٍ في قيمة القساوة بعد التّبييض يمكن أن يؤثّر في ديمومة التّرميم السّريريّة.[13]

إنّ الأبحاث حول تأثير التّبييض في القساوة المجهريّة الكمبوزت متضاربةٌ؛ إذ وجدت بعض الدّراسات حدوث زيادةٍ أو نقصٍ أو عدم تغييرٍ في القساوة المجهريّة للكمبوزت بعد تطبيق بيروكسيد الكاربامايد.[14,15,16]

بناءً على ما سبق، فإنّ الهدف من هذه الدّراسة هو دراسة تأثير بيروكسيد الكاربامايد 20% على القساوة المجهريّة للكمبوزت النّانومتريّ والنّانومتريّ الهجين.

الهدف من البحث:

مقارنة تأثير التّبييض باستخدام بيروكسيد الكاربامايد 20% في القساوة المجهريّة لسطح الكمبوزت النّانومتريّ والنّانومتريّ الهجين.

المواد المستخدمة:

الكمبوزت: استُخدِم كمبوزت نانومتريّ من ثلاث شركاتٍ تجاريّةٍ (Grandio/ Voco , Filtek z350 /3M ESPE, vitra/ FGM)

مواد التّبييض: بيروكسيد الكاربامايد 20% من شركة (opalescence , Ultradent) (الجدول1,2).

الجدول (1): الكمبوزت النّانومتريّ المستخدم وتركيبه.

الكمبوزت	الشّركة المصنّعة	القالب الرّاتنجي	نسبة الجزيئات المالئة	حجم الجزيئات المالئة
Filtek Z350	3M,ESPE, USA	BisGMA, Bis-EMA, UDEMA, TEGDMA	78.5% وزنًا 63.3% حجمًا	20–5 nm (سيليكا 20 nm/ زيركونيا 4–11 nm)
Grandio	Voco, Germany	BisGMA, TEGDMA	78% وزنًا 71.4% حجمًا	
Vitra	FGM, Brasil	خالٍ من ال Bis-GMA و Bis-EMA يحتوي على مزيج من الميثاكريلات.	72–80% وزنًا 52–60% حجمًا	200 nm (سيليكا وزيركونيا كروية الشكل)

الجدول (2): مادّة التّبييض المستخدمة وتركيبها.

مادّة التّبييض	الشركة المصنّعة	التّركيب
Opalesscence	Ultradent, USA	بيروكسيد الكارباميد 20%

وصف العيّنة:

تألّفت عيّنة البحث من 60 قرصًا من الكمبوزت، قسّمت إلى ثلاث مجموعاتٍ رئيسيّةٍ متساويةٍ وفقًا للشّركة الصّانعة للكمبوزت (شركة FGM، شركة Voco، شركة 3M) (n=20)، كما قسّمت كلّ من المجموعات الرئيسيّة إلى مجموعتين فرعيّتين اثنتين متساويتين (n=10) وفقًا لمادة التّبييض المستخدمة (بيروكسيد الكارباميد 20%، أقراص شاهدة دون تبييض).

الطّرائق:

صنعت قواعد إكريليّة بقطر 6 مم وارتفاع 2 مم (لضمان التماثر) لاستقبال عيّنات الكمبوزت، ثمّ طبّق الكمبوزت ضمن القواعد الإكريليّة وتمت تغطية السّطح العلويّ للقواعد بلوحٍ زجاجيٍّ للحصول على سطحٍ أملس من الكمبوزت.

صلّبت جميع العيّنات باستخدام جهاز التّصليب الضوئيّ (Elipar - 3M ESPE, USA) بشدّة ضوئيّة 1000 mw/cm^2 ولمدّة 20 ثانية؛ وقيست شدّة الجهاز قبل كلّ استخدام. ولتوحيد المسافة بين مصدر الضّوء والعيّنات طبّق رأس جهاز التّصليب الضوئيّ بتماسٍ مباشرٍ مع لوح الزّجاج، بعدها لُمّعت العيّنات باستخدام الأقراص الزّجاجيّة متدرّجة الخشونة (Stem Polishing Discs, TOR, VM, Moscow) وقد لمعت بحركةٍ دائريّةٍ وضغطٍ خفيفٍ لمدّة 10 ثواني، واستخدم قرصٌ جديدٌ لكلّ عيّنة.

وضعت العيّنات جميعها في ماءٍ مقطّرٍ بدرجة حرارة 37 لمدّة 24 ساعة ثمّ عوملت العيّنات على الشّكل الآتي :

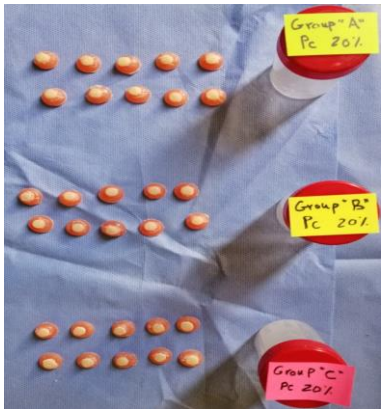
المجموعة الشّاهدة: وضعت العيّنات في ماءٍ مقطّرٍ لمدّة 14 يوم مع تغيير الماء يوميًّا.

المجموعة المعرّضة للتّبييض ببيروكسيد الكاربامايد 20%:

عرّضت العيّنات لبيروكسيد الكاربامايد 20% ل 4 ساعاتٍ يوميًّا لمدّة 14 يوم. (الشكل1)

بعد إجراءات التّبييض اليوميّة غسلت العيّنات تحت الماء الجاري وجففت وخزنت في الماء المقطّر ووضعت ضمن حاضنةٍ بدرجة حرارة 37° حتّى البدء بإجراء التّبييض في اليوم التّالي.

ملاحظة: تمّ تغيير الماء المقطّر لجميع العيّنات يوميًّا قبل وضعها ضمن الحاضنة.

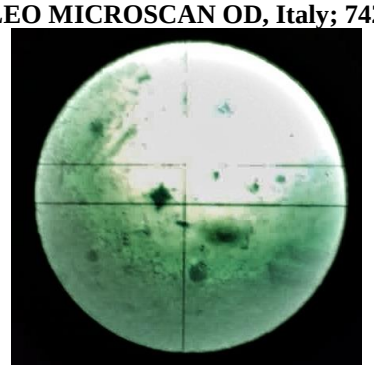


الشكل (1): تعريض عيّنات الرّاتنج المركّب لبيروكسيد الكاربامايد 20%.

اختبار القساوة المجهريّة:

بعد الانتهاء من إجراءات التّبييض، فحصت القساوة المجهريّة للعيّنات جميعها باستخدام جهاز GALILEO MICROSCAN OD الشّكل (2). وقد طبّق هرم ماسي بوزن 200 غ على العيّنة ليتشكّل لدينا انطباع (أثر) لهذا الهرم على سطح العيّنة الشّكل (3). أجريت ثلاثة قياساتٍ لكلّ عيّنة وسجّل متوسّط هذه القياسات.

الشّكل (2): مقياس القساوة المجهريّة GALLILEO MICROSCAN OD, Italy; 742030100.



الشّكل (3): الشّكل المجهريّ لانطباع هرم قياس القساوة.

الدّراسة الإحصائيّة:

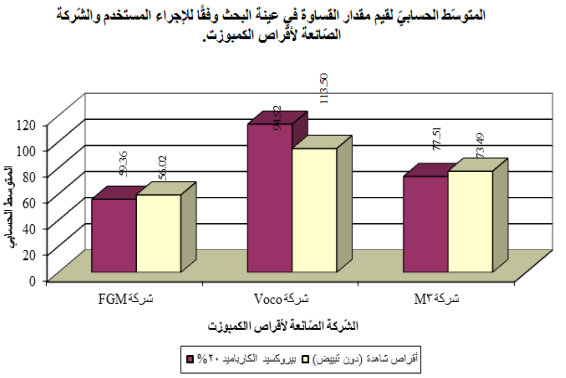
تمّ تحليل البيانات باستخدام برنامج التّحليل الإحصائيّ SPSS الإصدار 16.0.

أُجرِيَ اختبار تحليل التّباين أحاديّ الجانب ANOVA لدراسة دلالة الفروق في متوسّط قيم القساوة المجهريّة بين الأنواع المختلفة من الكمبوزت النّانومتريّ، وذلك وفقًا للإجراء المستخدم عند مستوى ثقة 95%. ثم استُخدِمَ اختبار Bonferroni لدراسة الفروق الثّنائيّة. وأُجرِيَ اختبار T ستيودنت للعيّنات المستقلّة لدراسة دلالة الفروق في متوسّط قيم القساوة المجهريّة بين مجموعة بيروكسيد الكاربامايد 20% ومجموعة الأقراص الشّاهدة (دون تبييض) في عيّنة البحث، وذلك وفقًا للشّركة الصّانعة لأقراص الكمبوزت.

النّتائج:

القساوة المجهريّة: عند تعريض العيّنات لبيروكسيد الكاربامايد 20% لمدّة 14 يوم، لوحظ زيادة في قيم القساوة المجهريّة في مجموعة بيروكسيد الكاربامايد 20% بالمقارنة بمجموعة الأقراص الشّاهدة (دون تبييض)، وذلك في مجموعة أقراص شركة Voco. (جدول 3 & 4) والمخطّط رقم (1).

وبالمقارنة بين الأنواع المختلفة من الكمبوزت النّانومتريّ، لوحظ أنّ قيم مقدار القساوة المجهريّة في مجموعة أقراص شركة FGM كانت أصغر منها في كل من مجموعة أقراص شركة Voco ومجموعة أقراص شركة 3M، وأن قيم مقدار القساوة المجهريّة في مجموعة أقراص شركة Voco كانت أكبر منها في مجموعة أقراص شركة 3M في كلٍّ من مجموعة الأقراص الشّاهدة (دون تبييض) ومجموعة بيروكسيد الكاربامايد 20% من عيّنة البحث. (جدول 5) والمخطّط رقم (2)



المخطّط (1): يمثّل المتوسّط الحسابيّ لمقدار القساوة في عيّنة البحث وفقًا للإجراء المستخدم والشّركة الصّانعة لأقراص الكمبوزت.

الجدول (3): يبيّن المتوسّط الحسابيّ والانحراف المعياريّ والخطأ المعياريّ والحد الأدنى والحد الأعلى لقيم مقدار القساوة في عيّنة البحث وفقًا للإجراء المستخدم والشّركة الصّانعة لأقراص الكمبوزت.

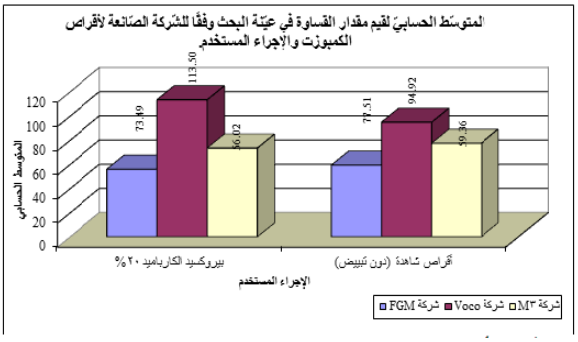
المتغيّر المدروس = مقدار القساوة							
الشّركة الصّانعة	الإجراء المستخدم	عدد أقراص الكمبوزت	المتوسّط الحسابيّ	الانحراف المعياريّ	الخطأ المعياريّ	الحدّ الأدنى	الحدّ الأعلى
شركة FGM	بيروكسيد الكاربامايد 20%	10	56.02	13.99	4.43	30.2	74.5
	أقراص شاهدة (دون تبييض)	10	59.36	6.19	1.96	52.3	69.3
شركة Voco	بيروكسيد الكاربامايد 20%	10	113.50	4.70	1.48	103.5	120.9
	أقراص شاهدة (دون تبييض)	10	94.92	9.60	3.04	81.1	106.9
شركة 3M	بيروكسيد الكاربامايد 20%	10	73.49	7.84	2.48	53.5	79.7
	أقراص شاهدة (دون تبييض)	10	77.51	4.84	1.53	71	87.8

الجدول (4): يبيّن نتائج اختبار T ستيودنت للعيّنات المستقلّة لدراسة دلالة الفروق في قيم مقدار القساوة بين مجموعة بيروكسيد الكاربامايد 20% ومجموعة الأقراص الشّاهدة (دون تبييض) في عيّنة البحث، وذلك وفقًا للشّركة الصانعة لأقراص الكمبوزت.

المتغير المدروس = مقدار القساوة				
الشركة الصانعة لأقراص الكمبوزت	الفرق بين المتوسطين	قيمة t المحسوبة	قيمة مستوى الدلالة	دلالة الفروق
شركة FGM	-3.34	-0.690	0.499	لا توجد فروق دالة
شركة Voco	18.58	5.498	0.000	توجد فروق دالة
شركة 3M	-4.02	-1.379	0.185	لا توجد فروق دالة

الجدول (5): يبيّن نتائج المقارنة الثّنائيّة بطريقة Bonferroni لدراسة دلالة الفروق الثّنائيّة في قيم مقدار القساوة بين مجموعة أقراص شركة FGM ومجموعة أقراص شركة Voco ومجموعة أقراص شركة 3M وفقًا للإجراء المستخدم في عيّنة البحث.

المتغير المدروس = مقدار القساوة						
الإجراء المستخدم	الشّركة الصّانعة لأقراص الكمبوزت (أ)	الشّركة الصّانعة لأقراص الكمبوزت (ب)	الفرق بين المتوسطين	الخطأ المعياري للفرق	قيمة مستوى الدلالة	دلالة الفروق
بيروكسيد الكاربامايد 20%	شركة FGM	شركة Voco	-57.48	4.32	0.000	توجد فروق دالة
		شركة 3M	-17.47	4.32	0.001	توجد فروق دالة
	شركة Voco	شركة 3M	40.01	4.32	0.000	توجد فروق دالة
أقراص شاهدة (دون تبييض)	شركة FGM	شركة Voco	-35.56	3.20	0.000	توجد فروق دالة
		شركة 3M	-18.15	3.20	0.000	توجد فروق دالة
	شركة Voco	شركة 3M	17.41	3.20	0.000	توجد فروق دالة



المخطّط (2): يمثّل المتوسّط الحسابيّ لمقدار القساوة في عيّنة البحث وفقًا للشّركة الصّانعة لأقراص الكمبوزت والإجراء المستخدم.

المناقشة:

تعدّ القساوة المجهريّة واحدةً من أهمّ الخصائص الميكانيكيّة التّي تتمتّع بها المواد السّنّيّة التّرميميّة، وتعرف بأنّها مقاومة المادة لاختراق السّطح.[12]

وجدنا في هذه الدّراسة أنّ القساوة المجهريّة ل Grandio كانت أكبر بشكلٍ ملحوظٍ مقارنةً ب Filtek Z350 و Vitra في العيّنات الشّاهدة. وقد يعود السّبب لزيادة درجة التّماثر؛ إذ تتعلّق القساوة بدرجة تماثر الكمبوزت وتزداد بازديادها.[17،18]

كما يمكن تفسير ذلك بنسبة ملء الرّاتنج؛ إذ يحتوي Grandio على نسبةٍ أعلى من المالئات (71.4% حجمًا من Grandio بالمقارنة ب63.3% حجمًا من Filtek Z350 ، 52–60% حجمًا من Vitra)، فقد ربط المحتوى العالي من المالئات بالقساوة المجهريّة؛ فكلّما زاد محتوى المالئات في الكمبوزت زادت القساوة المجهريّة.[19،20]

إنّ الأبحاث حول تأثير التّبييض في القساوة المجهريّة للكمبوزت متضاربةٌ؛ إذ وجدت بعض الدّراسات حدوث زيادةٍ، أو نقصٍ، أو عدم تغييرٍ في القساوة المجهريّة للكمبوزت بعد تطبيق بيروكسيد الكاربامايد.[15،16]

تبيّن في هذه الدّراسة أنّ التّبييض باستخدام بيروكسيد الكاربامايد 20% لم يؤثّر في القساوة المجهريّة لكلٍّ من نوعي الكمبوزت (Filtek Z350/3m , Vitra/FGM).

قد يعود السّبب في عدم تأثّر القساوة المجهريّة عند استخدام بيروكسيد 20% إلى المحتوى العالي من المالئات (63.3 % حجمًا من Filtek Z350 ، 52–60% حجمًا من Vitra) وتركيب الرّاتنج، ودرجة تماثر القالب الرّاتنجي.[21]

بالإضافة إلى ذلك، يمكن أن تعود المقاومة العالية للرّاتنج المركّب Filtek Z350 إلى احتوائه على جزيئاتٍ مالئةٍ من الزركونيا والسيليكا. في حين يمكن أن يفسّر ذلك بالشّكل الكرويّ للجزيئات المالئة في الكمبوزت Vitra؛ إذ اقترح بعض الباحثين أنّ المالئات الكرويّة يمكن أن تُنقص من القوّة الميكانيكيّة ومن خطر حدوث الكسر، الأمر الذي يجعل الكمبوزت أقلّ عرضةً لتغيّرات السّطح.[22]

اتّفقت هذه الدّراسة مع دراسة كلٍّ من (Bahannan) و(Turker) اللذين استخدما بيروكسيد الكاربامايد بتراكيز (10% و16%). كما اتّفقت، أيضًا، مع دراسة (Hatanaka) وزملائه؛ إذ لم تتغيّر القساوة المجهريّة ل Filtek Z350 عند تطبيق بيروكسيد الكاربامايد 16% وفُسّر ذلك بتركيب القالب الرّاتنجي ودرجة تماثره.[22,23,24]

ومن جهةٍ أخرى، لُوحظ في هذه الدّراسة زيادةٌ في قيم القساوة المجهريّة في مجموعة بيروكسيد الكاربامايد 20% بالمقارنة بمجموعة الأقراص الشّاهدة (دون تبييض)، وذلك في مجموعة أقراص شركة Voco. وهذا ما اتّفق مع دراسة (rashwan, et al)؛ إذ أُرجِعَ سبب الزّيادة في قيم القساوة إلى تركيب الكمبوزت الذي يحتوي على قالبٍ عضويٍّ منخفض القساوة تتوزّع فيه الجزيئات المالئة غير العضويّة ذات القساوة المرتفعة. وعند التّبييض، قد يسبّب عامل التبييض تآكل الطّبقة السّطحيّة اللّينة من القالب الرّاتنجي ما يترك الجزيئات المالئة بارزةً. وبذلك يصطدم مقياس القساوة بالجزيئات المالئة عوضًا عن القالب العضويّ ما يسبّب زيادةً في القساوة المجهريّة.[25،26]

وهذا ما أكّدته دراسة (Malkondu, et al) تحت المجهر الإلكتروني الماسح (SEM) لسطح الكمبوزت النّانوي (Filtek Supreme XT) بعد تطبيق بيروكسيد الكاربامايد 20% (Opalescence PF) لمدّة 7 أيّام؛ فقد لُوحِظَ تآكل القالب العضوي للرّاتنج المركّب وبروز الجزيئات المالئة غير العضويّة.[27]

من جهةٍ أخرى، اختلفت هذه الدّراسة مع دراسة (Yu, et al) ودراسة (Gouveia, et al) ودراسة (Ayad, et al)؛ إذ أظهرت هذه الدّراسات انخفاضًا ملحوظًا في القساوة

المجهريّة للرّاتنجات المركّبة بعد تعريضها لمواد التّبييض، وقد يعود ذلك إلى اختلاف الرّاتنجات المدروسة، فضلًا عن اختلاف نوع مادّة التّبييض المستخدمة وتركيزها.[26,28,29]

الاستنتاج:

نستنتج ضمن حدود هذه الدّراسة المخبريّة :

1) كان تأثير بيروكسيد الكارباميد 20% في الكمبوزت معتمدًا على نوع الكمبوزت.

2) ارتبطت القساوة المجهريّة بتركيب الكمبوزت ونسبة الجزيئات المالئة فيه.

3) لم يؤثّر التّبييض ببيروكسيد الكارباميد 20% في القساوة المجهريّة لكلٍّ من FGM و3M.

4) سبّب التّبييض ببيروكسيد الكارباميد 20% زيادةً في قيم القساوة المجهريّة بالنّسبة ل VOCO.

المراجع References

1. Jornung, J. and Ø Fardal . 2007. Perceptions of patients' smiles: A comparison of patients' and dentists' opinions. Journal of the American Dental Association 138 12:1544–155.
2. Meireles S, Fontes ST, Coimbra LA, Della Bona A, Demarco FF. Effectiveness of different carbamide peroxide concentrations used for tooth bleaching: an in vitro study. J Appl Oral Sci. 2012; 20: 186–191.
3. Demarco FF, Meireles SS, Masotti AS. Over-the-counter whitening agents: a concise review. Braz Oral Res. 2009;23:64–70.
4. Chandra S, Chandra S, Chandra G. Textbook of Operative Dentistry. Jaypee 2007:372-374.
5. Berman L, Hargreaves K. Cohen's Pathways of the Pulp Expert Consult 11th edition. Elsevier 2016:1100-1109.
6. Acton A, Urinary PH Modifiers - Advances in Research and Application, ScholaryEditions, 2013:63.
7. Phinney D, Halstead H. Dental Assisting: A Comprehensive Approach 4th edition, Cengage Learning. 2013:765.
8. Attin T, Hannig C, Wiegand A, Attin R. Effect of bleaching on restorative materials and restorations--a systematic review. Dent Mater 2004;20:852–61.
9. Mitra SB, Wu D, Holmes BN. An application of nanotechnology in advanced dental materials. J Am Dent Assoc 2003;134:1382-1390.
10. Celik C. Arhun N, Yamanel K. Clinical evaluation of resin based composites in posterior restorations:12-month. Eur J Dent 2010;4:57-65.
11. Olivi G & Olivi M, Lasers in Restorative Dentistry A Practical Guide, Springer, 2015:33-34.
12. O‹Brien WJ. Dental materials and their selection. 3rd edition. Chicago: Quintessence, 2002;18.
13. K. J. Anusavice, C. Shen, and H. R. Rawls, "Phillips، science of dental materials," in Journal of Chemical Information and Modeling, vol. 53, pp. 1689–1699, Saunders, 2013
14. Greenwall L, Freedman G, Gordan V, et al. Bleaching Techniques in Restorative Dentistry: An Illustrated Guide. CRC Press 2001:5,24-42,97.
15. Lee JH, Kim HI, Kim KH, Kwon YH. Effects of bleaching agent on the fluoride release and microhardness of dental materials. J Biomed Mater Res 2002; 63: 535-41.
16. Jung CB, Kim HI, Kim KH, Kwon YH. Influence of 30% hydrogen peroxide bleaching on compomers in their surface modifications and thermal expansion. Dent Mater J 2002; 21: 396-403.
17. Vesna Miletic, Dental Composite Materials for Direct Restorations, springer , 2018:78
18. Ferracane JL, Berge HX, Condon JR. In vitro aging of dental composites in water--effect of degree of conversion, filler volume, and filler/ matrix coupling. J Biomed Mater Res 1998;42:465-472.
19. Ciccone-Nogueira, J., Borsatto, M., de Souza-Zaron, W., Ramos, R., Palma-Dibb, R., 2007. Microhardness of composite resins at different depths varying the post-irradiation time. Journal of applied oral science : revista FOB 305–9.
20. Özduman ZCC, Kazak M, Fildisi MA, Özlen RHH, Dalkilic E, Donmez N. Effect of Polymerization Time and Home Bleaching Agent on the Microhardness and Surface Roughness of Bulk-Fill Composites: A Scanning Electron Microscopy Study. Scanning 2019;2019:2307305.

21. Hatanaka GR, Abi-Rached F de O, Almeida-Júnior AA, Cruz CA. Effect of carbamide peroxide bleaching gel on composite resin flexural strength and microhardness. Braz Dent J 2013;24:263–6.
22. Langsten RE, Dunn W, Hartup G, Murchison D.Higher-concentration carbamide peroxide effects on surfaceroughness of composites. J Esthet Restor Dent. 2002;14:92–6.
23. Bahannan SA. Effects of different bleaching agent concentrations on surface roughness and microhardness of esthetic restorative materials. The Saudi Journal for Dental Research 2015.
24. Turker SB, Biskin T. Effect of three bleaching agents on the surface properties of three different esthetic restorative materials. J Prosthet Dent 2003;89:466-73.
25. Rashwan A, El-Sharkawey M, Kamar A, Abdel-Fattah W. EFFECT OF TWO DIFFERENT BLEACHING CONCENTRATIONS ON MICROLEAKAGE AND MICROHARDNESS OF TOOTH-COLORED RESTORATIONS. Alexandria Dental Journal 2016;41:122-130.
26. Ayad N, Bedewi A, Hanafy S, Saka S. Effect of bleaching on microleakage, surface hardness, surface roughness, and color change of an ormocer and a conventional hybrid resin composite. Internet J Dent Sci 2008; 6: 1-8.
27. Malkondu Ö, Yurdagüven H, Say E, Kazazoğlu E, Soyman M. Effect of Bleaching on Microhardness of Esthetic Restorative Materials. Oper Dent 2011;36:177–86.
28. Yu H, Li Q, Cheng H, Wang Y. The effects of temperature and bleaching gels on the properties of tooth-colored restorative materials. The Journal of Prosthetic Dentistry 2011:100–7.
29. Gouveia T, Públio J, Ambrosano G, Paulillo L, Aguiar F, Lima D. Evaluation of Physical Properties of a Nanocomposite after Aging, Bleaching and Staining. Journal of Applied Biomaterials & Functional Materials 2016:e256–e265.

تاريخ ورود البحث: 2020/03/11.
تاريخ قبوله للنشر: 2020/06/23.